الـــذرّة والتنمية

نشرة علمية إعلامية تصدرها الهيئة العربية للطاقة الذرية

العدد الثاني • المجلد الثالث • شباط / فبراير 1991

دور الطاقة الذرية في تنمية المجتمع

حقائق حول الاشعاع المنخفض المستوى

القســم الاول

مقـدمـة :

ان تأثيرات جرع الاشعاع الكبيرة المستلمة بمعدلات جرع عالية موثقة جيدا ومفهومة، الا أن هناك قليلا من الدقة الحقيقية حول تأثيرات التعرض للاشعاع منخفض المستوى. ولاعطاء فكرة عن هذا الموضوع المهم للقارىء فان هيئة التحرير ارتأت تغطية هذا الموضوع في نشرة الذرة والتنمية مستندة بذلك كليا أو جزئيا على كتيب (Fact about low-level radiation) الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية عام 1989، وذلك بهدف محاولة الاجابة على بعض الاسئلة التي غالبا ما تسأل من قبل الناس، والتي تتلخص بالاتي :

1 ـ هل ان التعليمات التي تتحكم بالتعرض للاشعاع تمدنا بحماية كافية ؟

2 ـ هل بالامكــان تجنب التعرض للاشعاع وبالتالي نقضي على الخطر ؟

3 ـ هل أن التعرض للاشعاع هو الخطر الوحيد أم هناك عوامل أخرى للخطر الذي نتعرض له في حياتنا، واذا كانت هناك عوامل أخرى فما أهميتها ؟

4 ـ ما هو اجمالي الخطر الذي نواجهه ؟

5 ـ كم هو الاهتمام الذي يجب ان نكون عليه بشأن الاشعاع منخفض المستوى ؟

وللاجابة على هذه التساؤلات فلا بدّ أن يتم التطرق إلى الاتي :

1 ـ ما هو الاشعاع المؤين ؟

2 ـ بدايات وأصول موضوع الوقاية من الاشعاع

3 ـ مدى الدقة ومدى عدم الدقة في الاجابة على هذه التساؤلات.

4 ـ الاساس النظري للحماية من الاشعاع

5 ـ الجدل بشأن الاشعاع المنخفض المستوى

6 ـ كيف نستطيع التعرف على ما هو ثقة وما هو غير ثقة بالنسبة لتأثيرات التعرض للاشعاع.

7 ـ مخاطر الحياة اليومية

8 ـ أهمية التوقعات المستقبلية للموضوع.

9 ـ خلاصة الموضوع.

والان سنتناول كل فقرة بالتفصيل المطلوب :

1 ـ ما هو الاشعاع المؤين؟

ان مصطلح الاشعــاع مصطلح واسع جدا فهو يشمل الضوء المرئي وضوء الاشعة ما تحت الحمراء والضوء فوق البنفسجي والموجات الراديوية. ويستخدم أيضا أحيانا ليعني الاشعاع المؤين، أي الاشعاع الذي يؤدي الى تغيير الحالة الطبيعية للذرات التي يصطدم بها ومن ثم تحويلها الى مادة حاملة للكهربائية ـ مؤينة ـ وفي بعض الظروف بامكان وجود الايونات في الانسجة الحية أن يعطل العمليات الحيوية الاعتيادية. وكما أن الزيادة في التعرض لاشكال أخرى من الاشعاع قد تؤدي الى الاذى فان الاشعاع المؤين قد يمثل خطرا صحيا على الانسان وسوف تتم مناقشة الاشعاع المؤين فقط في هذا الكتيب. فبعض

(يبتع ص 3)

نقل التقانة النووية ضمن إطار اقليمي

يُعدّ موضوع نقل التقانة في طليعة المواضيع التي تشغل الدول النامية، لما له من أهمية في تقدم وتطور هذه الدول. ويصح هذا بشكل خاص على نقل التقانات المتقدمة كالتقانات النووية. وهناك العديد من الطروحات في هذا الخصوص، ولكل منها ميزاته، كما أن لكل منها المؤمنين به. ومن أبرز الطروحات في مجال نقل التقانة النووية هو ما جاء في الكتاب السنوي لوكالة الطاقة الذرية الدولية IAEA لعام 1990، الذي عرض تجربة الوكالة في اتباع إطارات إقليمية في نقل التقانة النووية. ونورد في هذا المقال ما جاء في طرح الوكالة للتقدم نحو نقل التقانات النووية ضمن إطار إقليمي املين أن يكون مفيدا للمعنيين بهذا الموضوع الهام.

(يتبع ص 2)

ارتبط النمو والتطور في العديد من الدول النامية بزيادة الطلب على السبل الكفيلة بتسخير العلوم والتقانات النووية والاستفادة منها. وقد انعكس هذا من خلال عدد الطلبات المقدمة من تلك الدول إلى وكالة الطاقة الذرية الدولية التي تطلب فيها المساعدة من الوكالة. كانت الوكالة في الماضي تدعم النشاطات القطرية من خلال برنامج التعاون التقني فيها، إلا أن الاهتمام ازداد مؤخرًا بتبني المشاريع الإقليمية بعد أن ثبتت جدواها. لذلك فقد بدأت الوكالة بدعم هذا التوجه لما يمثله من زيادة في فاعلية تطبيق التقنيات النووية. ويعطي التعاون الاقليمي مزايا عديدة أهمها ما يلي :

1 - الوصول إلى الاكتفاء الذاتي في عدد من التقنيات النووية على مستوى الاقليم، في حين يتعذر الوصول إلى نفس المستوى من الاكتفاء على المستوى القطري.

2 - التقدم نحو معالجة الاحتياجات في مجالات متنوعة كالزراعة والعناية الصحية وتنمية الموارد بشكل منسق، حيث يُستفاد من التشابه في المناخ والديموغرافيا السكانية والظروف الاقتصادية في تحديد المتطلبات التي تكون عامة لاقطار الاقليم.

3 - تطوير إطار إداري وعلمي يؤدي في نهاية المطاف إلى تشجيع تفاعل أكبر بين الاقطار في الإقليم الواحد وتعزيز التعاون بينها.

لقد تحقق التعاون بين أقطار إقليم اسيا والمحيط الهادىء وصولا للمنفعة المشتركة بشكل رسمي عن طريق توقيع إتفاقية التعاون الإقليمي للبحث والتطوير والتدريب في مجال العلوم والتقانات النووية (المعروفة اختصارا باتفاقية ارسي أي RCA) عام 1972. وبلغ عدد الاقطار الموقعة على هذه الاتفاقية الان 14 قطرًا.

وفي عام 1981 تقدمت مجموعة من أقطار أمريكا اللاتينية بطلب إلى وكالة الطاقة الذرية الدولية طلبت فيه مساعدة الوكالة في إنشاء برنامج إقليمي لامرِيكا اللاتينية تحت مظلة اتفاقية أرِيجلوس الإقليمية للتعاون في تشجيع العلوم والتقانات النووية في أمريكا اللاتينية المعروفة اختصارا باسم اتفاقية أركال (ARCAL). وبلغ عدد الاقطار الموقعة على هذه الاتفاقية الان 15 قطرا.

أما في افريقيا، فقد تم التوقيع على اتفاقية إقليمية للتعاون في البحث والتطوير والتدريب في العلوم والتقانات النووية عام 1990، وتعرف هذه الاتفاقية اختصارا باسم اتفاقية أفرا (AFRA). وتفتح هذه الاتفاقية افاقا جديدة للبرامج العلمية المستقبلية في القارة الافريقية.

يمكن تقييم مدى نجاح البرامج الإقليمية من خلال التعرف على نتائجها وإنجازاتها في نقل التقانة وتطوير الكفاءات البشرية، كما يمكن تقييمها من خلال التعرف على مدى استخدام القدرات المكتسبة حديثا في معالجة مشاكل التنمية والتطور.

1) إقليم اسيا والمحيط الهادىء

كان للنشاطات المنفَذة ضمن برنامج التعاون الإقليمي في منطقة اسيا والمحيط الهادىء أثارًا اجتماعية واقتصادية هامة في العديد من المجالات. ففي مجال الفحص اللاإتلافي (Non-destructive Testing) على سبيل المثال، تمكنت الصناعات الوطنية من تطوير قدراتها في استخدام تقنيات التصوير بأشعة جاما والفحص بالامواج فوق الصوتية والكيمياء السطحية والتصوير بالاشعة النترونية. وأدى ذلك إلى الاستغناء عن المستشارين الاجانب وبالتالي إلى مُدَخرات اقتصادية هامة. وأكثر من ذلك، فإن توفر خدمات الفحوصات اللاإتلافية في المنطقة، بمستوى معترف به دوليا، أدى إلى قبول أوسع لمنتوجات الإقليم الصناعية في التجارة الدولية. كما أن تقنيات المعالجة التشعيعية قد توطدت بنجاح في العديد من أقطار الإقليم، لدرجة أن بعض هذه الاقطار قد بنى منشاته التشعيعية بشكل ذاتي. ودخلت هذه التقنيات في مجالات عديدة مثل تعقيم التجهيزات الطبية وتصليد عصارة المطاط الطبيعي والطلاء السطحي للواجهات الخشبية والربط البيني للاسلاك والكبلات.

وتمكنت عدة أقطار من تنمية قدراتها الزراعية، وذلك من خلال تطوير أنواع محسنة من البذور ذات المقاومة العالية للامراض وذات الخصوبة الإنتاجية، وخاصة بذور الرز والقمح والقنب والقطن. وعادت هذه التنمية الزراعية بالكثير من الفائدة على المزارعين وعلى الاقتصاد الوطني لاقطار الإقليم.

وقد أدى التعاون الاقليمي إلى تقديم منفعة كبيرة لبرامج العناية الصحية الوطنية من خلال تأسيس مختبرات لفحص المناعة الإشعاعية (radioimmunoassay)، المعروفة اختصارا بمختبرات ار اي أي (RIA)، وذلك في جميع أقطار الإقليم. وقام العديد من هذه المختبرات بانتاج كميات تجارية من أكياس المهمات الخاصة بفحوصات ار اي أي (RIA Kits)، وضبط الجودة التحليلية لـ ار اي أي الخاصة بهرمونات الغدة الدرقية، وتوزيع المُعاملات الكيميائية في الإقليم تحت نظام خارجي للتحكم بالجودة. وتم الان توزيع حوالي نصف مليون من أكياس المهمات الخاصة بفحوصات ار اي أي على حوالي أربعين مختبر في اثني عشر قطرا من أقطار الإقليم. وانخفضت تكلفة العينة الواحدة بالنسبة للمريض إلى 0.5 دولارا أمريكيا مقارنة بتكلفة العينة المستوردة البالغة 2.5 دولارا أمريكيا.

أما فيما يتعلق بصيانة وتصليح الاجهزة النووية، فقد ساهم برنامج ارسي أي هذا في تأسيس عدة معامل متخصصة في هذا المجال، كما ساهم في تدريب القوى البشرية في جميع أقطار الاقليم. ولم يقتصر ذلك على تقديم الخدمات للمؤسسات الوطنية، بل تعدَاها إلى تأسيس قدرات صناعية محلية للاجهزة النووية الالكترونية البسيطة.

2) إقليم أمريكا اللاتينية

يشمل البرنامج الإقليمي لاقطار امريكا اللاتينية اثني عشر مشروعًا وبرنامج بحث مُنسَّق، تغطي قطاعات الحماية الإشعاعية والتصنيع النووي والزراعة (تكاثر الحيوانات والطفرات المهذبة ودراسات المواد المخصَّبة والسيطرة على ذبابة الفاكهة). كما تغطي قطاعات التقنيات النووية التحليلية واستخدام مفاعلات الابحاث وتشعيع الاغذية وار اي أي المتعلقة بهرمونات الغدة الدرقية وعلم المياه. ومع أن عمر هذا الاقليم يقل عشر سنوات عن إقليم اسيا والمحيط الهادىء إلّا أن البرنامج أعطى دلالات هامة على النجاح، وخاصة في إطار تبادل المعلومات وزيادة التعاون بين علماء أقطار أمريكا اللاتينية. وقد استخدمت المنشآت المتوفرة في أقطار إقليم في توفير التدريب اللازم للعلماء والفنيين في الإقليم، وتأكدت نجاعة هذا الاسلوب في تخفيض نفقات التدريب، خاصة في ضوء الظروف الاقتصادية الصعبة في المنطقة. إضافة إلى ذلك، فقد أدى البرنامج إلى زيادة التعاون بين أقطار الإقليم.

3) إقليم افريقيا

يشمل برنامج وكالة الطاقة الذرية الدولية للتعاون الاقليمي في افريقيا عشرة مشاريع في الوقت الحاضر، تغطي قطاعات مختلفة أهمها صيانة الاجهزة النووية والحماية الاشعاعية، واستخدام التقنيات النووية في فسيولوجيا (علم الوظائف) الحشرات وكيميائها الحيوية وفي تكاثر الحيوانات اللحومة (livestock) والعناية بها وفي علم المياه. وأدى البرنامج إلى تطوير القوى البشرية في الاقليم وزيادة عددها بشكل كبير، وذلك عن طريق توفير البعثات التدريبية وتنظيم حلقات التدريب الجماعي. وسيتم إدخال برامج حول الادارة المحوسبة للصيانة الوقائية في ستة مختبرات بشكل تجريبي في المستقبل القريب، ويتوقع أن تصبح هذه البرامج متاحة للمؤسسات الاخرى في الاقليم تدريجيًا.

لقد تم إنشاء ثلاثة شبكات لمؤسسات البحوث الوطنية المهتمة بإنتاج الحيوانات والعناية بصحتها. وتؤمّن هذه الشبكات منهجية موحدة لمعالجة المشاكل ذات الاهمية الكبرى في الاقليم (مثل الانتاجية المتدنية للحيوانات اللحومة)، وذلك باستخدام تقنية ار اي أي وتقنية مجس دي إن أي الموسوم (labelled DNA probe). وتم تأسيس مركز تدريب أقليمي في المركز الدولي لفسيولوجيا الحشرات وعلاقة البيئة بالاحياء الموجود في كينيا لتأمين فرص البحث والتدريب للعلماء في الإقليم. كما عززت الروابط بين المؤسسات الوطنية التي تهتم بتغذية النباتات وتخصيب التربة الموجودة في تسع أقطار أفريقية، وذلك لتنسيق البحوث التي تجريها تلك المؤسسات في موضوع التثبيت الحيوي للنتروجين (biological nitrogen fixation).

وتم تطوير الخبرات في استخدام النظائر في علم المياه والبنية التحتية اللازمة لهذا الموضوع في ثلاث أقطار ساحلية، كما تم تعزيز التعاون بين المختبرات الوطنية ذات العلاقة في هذه الاقطار. أما في مجال الحماية الاشعاعية، فقد وضعت تشريعات موحدة ويتوقع إقرارها قريبًا من ثلاثة عشر قطرًا. ويتم التفتيش على المنشآت النووية في عشرة أقطار بانتظام، كما أن هناك مراقبة للجرعات التي يتلقاها الاشخاص في أربعة عشر قطرًا. ويتوقع أن تبني الاقطار الافريقية على هذه المنجزات من خلال إعتمادها لاتفاقية التعاون الإقليمي رسميًا.

4) إقليم أوروبا والشرق الاوسط

بالرغم من عدم وجود اتفاقية رسمية للتعاون الإقليمي في أوروبا وفي الشرق الاوسط، إلّا أنه تم التوصل إلى نتائج هامة، وذلك عن طريق عقد مجموعة من ورش العمل والندوات التخصصية.

لقد شارك العلماء من دول المنطقة الاعضاء في وكالة الطاقة الذرية الدولية في عدة ورش عمل حول تشعيع الاغذية، وقاموا بدراسات جدوى مشتركة في هذا المجال. وتم نقل التقنيات الملائمة كما تم تنسيق الجهود المبذولة للوصول إلى تناغم في التشريعات اللازمة.

وتمت الموافقة على بعض المشاريع الخاصة للعديد من أقطار الشرق الاوسط في مجالات الصيدلة الاشعاعية والنظائر الخاصة بعلم المياه والرصد البيئي والحماية الإشعاعية. ومع أن معظم هذه المشاريع قد بدأ منذ زمن قريب نسبيًا، إلا أن هناك دلائل على أنها تساهم في تطوير القدرات الإقليمية وفي حل مشاكل مشتركة للاقطار المعنية في الإقليم.

مما تقدم، وسعيًا للوصول إلى أفضل السبل لنقل العلوم والتقانات المتقدمة وبخاصة النووية منها إلى أقطار الوطن العربي، فإن الهيئة العربية للطاقة الذرية ترى أن الاقطار العربية مطالبة بالتعاون فيما بينها لبلورة إطار اقليمي (أو إطارات إقليمية) لتنسيق وتكامل جهودها المبذولة في هذا المضمار. ويمكن للهيئة بحكم عملها في الإطار القومي وإنسجامًا مع أهدافها أن تلعب دورًا أساسيًا في تنسيق جهود الاقطار العربية. وتقوم الهيئة في الوقت الحاضر بالفعل في تنفيذ مشروع قومي هام هو مشروع الشبكة القومية للرصد الإشعاعي والإنذار المبكر، تتعامل فيه مع أقطار الوطن العربي بمنظور اقليمي لتسهيل تنفيذ المشروع وزيادة الكفاءة في تشغيله، وسنعود لهذا الموضوع بالتفصيل في عدد قادم بمشيئة الله.

حقائق حول ... (تابع ص 1)

التعرض للاشعاع المؤين لا يمكن تجنبه، فهناك مصادر متعددة للتعرض.

وتشمل هذه المصادر الاتي :

- نويدات مشعة طبيعيا تحتضنها الارض

- مواد البناء
- الهواء
- الغذاء والماء
- الاشعة الكونية
- مصادر مشعة من عمل الانسان وأهمها السينية والنظائر المشعة التي تستخدم عادة في التشخيص وفي العلاج الطبيين.
- التفجيرات النووية الحربية والسلمية
- المحطات النووية لانتاج الطاقة
- معامل انتاج النظائر المشعة.

كيف يقاس تأثير الاشعاع على الكائن الحي وما هي وحدة قياسه ؟ ان جرع الاشعاع الممتصة يعبر عنها بوحدة تدعي كَري (gray) ويرمز لها بـ (Gy) ويعبر عنها بمئة راد (rad) وتمثل كمية الطاقة، بوحدة الجول، الممتصة بواسطة 1 كيلوغرام من المادة. فوحدته اذن :

$$Gy = 1\ Jkg^{-1}$$

اذن الكَري هو مقياس لكمية طاقة الاشعاع الممتصة في أي نوع من المادة. الا أنه من الناحية الاحيائية فليس فقط كمية الاشعاع مهمة وانما نوعه أيضا مهم، فالجرع الاشعاعية المتساوية ليس بالضرورة تؤدي الى نفس التأثيرات الاحيائية. لذا فان وحدة قياسية أخرى تأخذ هذا الاختلاف في الحسبان وهي ما يسمى بالسڤرت (severt) ويرمز لها (Sv)، وتأخذ هذه الوحدة في الحسبان هذا الاختلاف وذلك بوزن الجرعة الممتصة بواسطة عامل النوعية ـ quality factor لكل نوع من الاشعاع. أي ان الوحدة سڤرت تقيس في الواقع مكافيء الجرعة الممتصة «absorbed dose aquivalent» والسڤرت تساوي 100 مرة بقدر الوحدة القديمة الريم (rem) ويعبر عنها أيضا بكمية الطاقة الاشعاعية، (بالجول) الممتصة من قبل كيلوغرام من المادة لذا فوحدتها ($1\ Jkg^{-1}$).

فكمية مقدارها 1 سڤرت (Sv) من اشعة الفا، على سبيل المثال، لو زرقت في الغدة الدرقية فانها تكوِّن نفس مقدار الخطر الذي يسببه 1 سڤرت من اشعة بيتا أو اشعة كاما.

الا أن الاعضاء المختلفة في الجسم تختلف في حساسيتها للاشعاع، لذا فمقدار الخطر لوحدة مكافىء الجرعة يختلف باختلاف الاعضاء في الجسم. علاوة على ذلك فان تشعيع الاعضاء المنتجة (الاعضاء التناسلية) قد يؤدي الى خطر تلف وراثي. فمجمل خطر تعرض جميع الجسم للاشعاع هو مجموع خطر الاذى الفردي لكل عضو تأثر نتيجة تعرضه للاشعاع. فإذا ما ضربت كل جرعة مستلمة من قبل العضو بمعامل وزن مناسب فان مجموع حاصل الضرب يمثل مكافىء الجرعة الممتصة الفعّال (م.ج.م.ف.).

وهذه الكمية (م.ج.م.ف.) تقاس أيضا بوحدة السڤرت (Sv) وهي مؤشر خطورة تعرض الفرد للاشعاع.

شكل (1 أ) معدل تعرضات الفرد للاشعاع من مصادر مختلفة

الجرع السنوية من مصادر طبيعية للاشعاع في مناطق ذات خلفية اعتيادية للاشعاع	مكافىء الجرعة الفعّالة / سنة
الاشعة الكونية على مستوى البحر	0.37 mSv
رادون Rn^{222}, Rn^{220} ناتج عن ^{232}Th, ^{238}U	1.3 mSv
البوتاسيوم ^{40}K	0.3 mSv
مصادر اشعاعات أخرى	0.4 mSv
المجموع (مقرب)	2.4 mSv

شكل (1 ب) الجرع السنوية لمصادر الاشعاع الطبيعي

مصادر الاشعاع غير الطبيعية (مصطنعة)

المصـدر	مكافىء الجرعة الفعّالة / سنة
1 ـ جرع سنوية عن طريق الاستخدامات الطبية للاشعاع (مقارنة مع 20-45 % مما يتعرض له من الخلفية الاشعاعية الطبيعية)	0.4 — 1.0 mSv
2 ـ جرع سنوية ناتجة عن اختبارات التفجيرات النووية (1 % مما يتعرض له من الخلفية الاشعاعية الطبيعية)	0.01 mSv
3 ـ جرع سنوية ناتجة عن المحطات النووية لانتاج الطاقة (0.1 % مما يتعرض له من الخلفية الاشعاعية الطبيعية)	0.0002 mSv

شكل (1 ج) الجرع السنوية لمصادر الاشعاع الاصطناعية

FIGURE 1b NATURAL RADIATION SOURCES Annual Doses

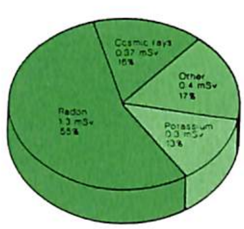
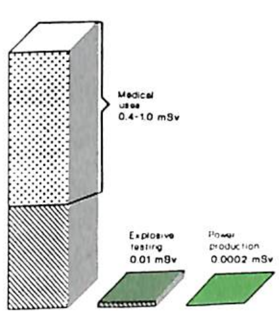


FIGURE 1c MAN-MADE RADIATION SOURCES Annual Doses



ان وحدة السڤرت (sv) عادة كبيرة بالنسبة للقياس لذا فان وحدة الملّي سڤرت (msv) تستخدم عادة لقياس مكافئات الجرع، حيث ان ($1\ msv = \frac{1}{1000}\ sv$) أي أن 1 ملّي سڤرت = 10^{-3} سڤرت. وكمعدل فان مكافىء الجرعة الفعّالة التي يستلمها الفرد سنويا في مصادر الاشعاع المنخفض المستوى المختلفة تقدر بحوالي (2.4) ملّي سڤرت. (لاحظ الشكلين 1 أ و 1 ب).

أصول وبدايات الوقاية من الاشعاع

لقد أدرك منذ زمن بعيد ان الجرع الكبيرة للاشعاعات المؤينة بامكانها أن تتلف الانسجة الحية للانسان. فقد اكتشفت التأثيرات المؤذية للاشعاع بعد ستة أشهر من اكتشاف رونتكن للاشعة السينية عام 1896 م حيث كان العمال في ذلك الوقت يفحصون خرج انابيب الاشعة السينية وذلك بتعرضهم الى الاشعاع المنبعث بواسطة هذه الانابيب ويقومون بقياس الزمن اللازم لتشعيع الجلد المراد تعرضه للاشعة، ونتيجة لهذا العمل توفي فيما بعد في حدود 300 شخصا بسبب امراض أعزيت الى تعرضهم للاشعاع، فحوالي 250 شخصا توفوا بسبب سرطان الجلد وخمسين شخصا توفوا بسبب مشاكل عدم انتظام في الدم كالانيميا واللوكيميا. علاوة على ذلك فان الخبرات ادركت الان بان الخطر مستمر بالنسبة للتعرض للاشعاع. فمنذ عام 1915 فصاعدا هناك، على سبيل المثال، مئات الفتيات استخدمن للعمل في شركة المواد المتألقة راديوميا وذلك في نيوجرزي في الولايات المتحدة الامريكية. وتقوم هذه الفتيات بطلاء المنتوجات كأقراص الساعات المدرجة وذلك بخليط من الراديوم (مشع) وسلفات الخرصين فهؤلاء الفتيات يقمن بترطيب فرشاة الطلي بواسطة وضعهن لها في الفم وقد اكتشف اطباء الاسنان المحليين عند هؤلاء الفتيات مرضا أصطلح عليه بفك الراديوم (Radium Jaw) وفي نهاية عام 1926 توفي اربع من هؤلاء الفتيات بسبب مرض سرطان العظام والانيميا اللابلاستية (applasticanaemia).

لقد ادرك متأخرا أنه حتى التعرض المفرط لبعض مصادر الاشعاع الطبيعية يمكن أن يحدث تأثيرات مدمّرة. فعلى سبيل المثال ان مركبات اليورانيوم قد استخدمت لمئات السنين في تزجيج الخزفيات وفي الزجاجيات لاعطاء ألوان ملطّفة لها. كذلك لم يدرك حتى القرن الحالي ان سرطان الرئة الملاحظة لدى عمال المناجم العاملين تحت الارض سببه تعرضهم المفرط للغاز الطبيعي المشع، غاز الرادون، والغازات الناتجة عن تحلله بمرور الزمن والمشعة أيضا، حيث تنفذ هذه الغازات الى بهو العمل الضعيف التهوية.

وقد وصف السير ادورد يشن (Sir Edward Pochin) العالم البريطاني القدير في حقل العلوم الاحيائية الاشعاعية مقياس الجرع الاحيائي (biological dosemeter) للقرن السادس عشر الذي استخدم لتقدير تأثير تعرض العمال الى هذه الغازات المشعة بانه يتمثل، ربما في ان أزواج بعض عمال المناجم تزوجن سبعة أزواج بالتعاقب، أي ان ذلك يعني ان وفيات هؤلاء الازواج يؤشر مقدار ما يتعرض له العمال من تأثيرات مدمرة للاشعاع.

وكلما زادت المعرفة أصبح العلماء اكثر اهتماما حول التأثيرات المدمرة الكبيرة التي تنتج عن التعرض لجرع كبيرة من الاشعاع. ومع ذلك فان الناس ليس فقط يهملون الخطر الذي يتعرضون له بل، وبدون علم، يبحثون عنه بنشاط، فلسنوات عديدة يحتشد الناس في منابع المياه المعدنية لاختبار دعوى خصائص الرادون العلاجية والموجود في المياه المتدفقة مستعملين تركيزات مشعة لمعالجة التهاب المفاصل والروماتزم، وبدون شك فكثير من الناس يشفون من الالم، والذين يعانون من أمراض التهاب المفاصل والروماتزم يستفيدون فعلا من السبح في مياه دافئة ومن الاكل بتذوق ومن تنفس الهواء الطلق في منتجع الجبل لمدة اسبوع أو أكثر أو أقل، ولكن النشاطية الاشعاعية هي المغناطيس الذي يسحبهم الى هناك. وحتى هذه الايام يشجع العلاج في منابع المياه المعدنية في اقطار تجد فيها معارضة شديدة لنشاطات أخرى تتضمن التعرض للاشعاع وكأن الاشعاع في منابع المياه المعدنية يختلف عن الاشعاع لمصادر أخرى بالنسبة للتأثيرات.

أن نمو اهتمام المجموعة العلمية بالحاجة الى تنظيم لعملية التعرض للاشعاع شجع على تكوين عدد من هيئات الخبرة لتأخذ في الحسبان ما يجب عمله بشأن ذلك. ففي عام 1928 وأثناء المؤتمر العالمي الثاني لعلوم الاشعاع (Radiology)، وهو هيئة خبرة غير حكومية، تم الاتفاق على انشاء هيئة خبرة مستقلة غير حكومية هي اللجنة العالمية للوقاية من الاشعاع [International Commission on Radiological Protection (ICRP)].

وقد كانت التسمية الاولى لهذه اللجنة هي اللجنة العالمية للوقاية من الاشعة السينية والراديوم (كون هذان هما مصدرا الاشعاع المتداول آنذاك). وقد جمعت الخبراء العاملين في حقل العلوم الاشعاعية وتطبيقاتها بهدف وضع المبادىء الاساسية ووضع التوصيات بشأن الوقاية من الاشعاع. ان أعضاء اللجنة (ICRP) كانوا ولا يزالوا يختارون على أساس استحقاقهم ومؤهلاتها الفردية ومن الخبراء في حقل علوم الاشعاع الطبية والفيزياء الصحية وعلوم الوراثة وحقول أخرى ذات علاقة بذلك، مع اهتمام أكيد بشأن ضمان الموازنة المناسبة للخبرة بغض النظر عن المواطنة. ان توصيات اللجنة (ICRP) بصورة عامة تعتمد كأساس للتعليمات الوطنية التي تحكم تعرض العاملين للاشعاع وكذلك تعرض عامة الناس. وتستخدم أيضا بواسطة الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الصحة العالمية ومنظمة العمل الدولية ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية الاوروبية، وذلك في صياغة معايير التعرض للاشعاع المعتمدة من قبلها.

وقد أنشئت هيئة عالمية أخرى ولكنها حكومية وذلك عام 1955 حين ادركت الجمعية العمومية للامم المتحدة اهتمام العالم بشأن تأثيرات السقطات الاشعاعية الناتجة من اختبارات التفجير النووي، فعملت على تأسيس لجنة الامم المتحدة العلمية المكلفة بالاهتمام بتأثيرات الاشعاع الذري : [UN Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UN SCEAR)]. وقد وُجّهت هذه اللجنة لجمع ودراسة وتحليل المعلومات بالنسبة لمستويات الاشعاع المؤين والنشاطية الاشعاعية الملاحظين في البيئة وذلك سواء أكانت طبيعية أم من عمل الانسان ودراسة تأثيراتها على الانسان وعلى البيئة. ويقبل عادة تقرير هذه اللجنة ويعطي سلطة على مستوى التنفيذ، وأحدث تقرير قدم للجمعية العمومية للامم المتحدة كان في ايلول / سبتمبر 1988.

الا أن التأكد من عدمه بشأن تأثيرات الاشعاع منخفض المستوى لازال محلّ نقاش ودراسة. فتأثيرات الاشعاع ذي الجرع العالية

وذي المعدل العالي للجرعة موثقة توثيقا جيدا ومعقولا. فمعلومات كثيرة قد جمعت بواسطة دراسة السجلات الصحية للناس كالذين بقوا على قيد الحياة بعد حادثة قصف مدينتي هورشيما ونكازاكي اليابانيتين بالقنابل الذرية من قبل أمريكا عام 1945، وكذلك الناس المرضى الذين يتلقون جرعات اشعاعية عالية لغرض العلاج الطبي، مثال ذلك الاشخاص الذين يتلقون علاجا اشعاعيا ضد السرطان، فالخطر الذي قد يكونه العلاج بالاشعاع باتجاه التحفيز لامراض سرطانية جديدة يتم تجاوزه بسبب الفائدة الآنية التي يجدها المريض من العلاج. فمن المعروف مثلا، أن بعض التأثيرات الصحية بسبب التعرض للاشعاع لا تظهر الا اذا تم امتصاص حد ادنى من جرعة كبيرة. فالجرعة الكبيرة اذا ما أمتصت خلال وقت قصير فانها تؤدي الى الهلاك خلال أيام.

يتبع في القسم الثاني (العدد القادم)

تـأثيرات الاسلحـة النـوويـة

القسم الثالث : وصف الانفجارات النووية

(بقية المنشور في العدد السابق)

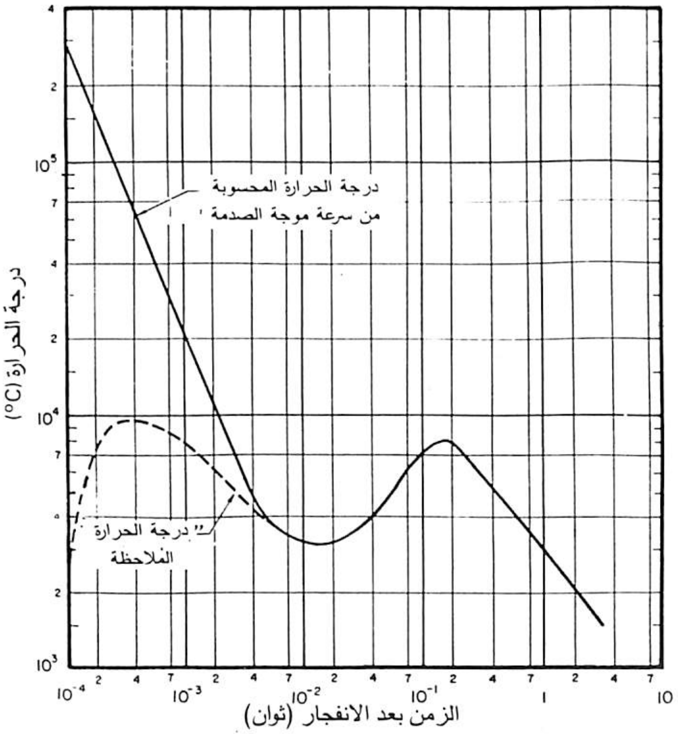
تتغير المسافة بين موقع الانفجار والمنطقة التي يظهر عندها تأثير ماخ بتغير ارتفاع الانفجار عن سطح الارض. وكما يبين الشكل (8)، فإن إجراء التفجير على ارتفاع منخفض (100 قدم) يجعل مقدمة موجة ماخ ظاهرة بوضوح عندما تكون مقدمة موجة الصدمة المباشرة قد اندفعت مسافة قليلة من كرة النار. من جهة أخرى، فإن إجراء التفجير على ارتفاع عالٍ جدًا قد يجعل إمكانية الكشف على مقدمة موجة ماخ أمرًا متعذرًا.

يرتبط مرور موجة الصدمة (وموجة ماخ) بهبوب رياح عاتية لحظية. وتكون شدة هذه الرياح أكبر بكثير من شدة الرياح الارضية (أو الرياح اللاحقة) الناتجة عن تيار الهواء المندفع إلى الاعلى بسبب كرة النار المتصاعدة. وقد تصل سرعة رياح الانفجار العاتية إلى عدة مئات من الاميال في الساعة خاصة قرب موقع التفجير. وحتى على بعد يزيد على 6 أميال عن موقع انفجار نووي عيار 1 ميجاطن فإن سرعة الرياح تكون أكبر من 70 ميل في الساعة. ومن المؤكد أن مثل تلك الرياح العاتية قادر على المساهمة الفاعلة في إحداث أضرار الإنفجار الناجمة عن تفجير سلاح نووي.

6) الإشعاع الحراري الناتج عن انفجار هوائي

ينبعث الإشعاع الحراري الابتدائي من بقايا السلاح النووي المنفجر فورًا بعد لحظة الإنفجار. ونتيجة لدرجات الحرارة المرتفعة جدا فإن معظم هذا الإشعاع يكون على شكل أشعة سينية يتم امتصاصها خلال طبقة من الهواء لا يتعدى سمكها بضعة أقدام، بعدئذ يعاد انبعاث الطاقة من كرة النار على شكل الإشعاع الحراري الثانوي الذي يكون طول موجته أكبر والذي يتكون من الاشعة فوق البنفسجية والاشعة المرئية والاشعة تحت الحمراء. تبرد درجة حرارة كرة النار من الداخل بنسق مستمر نتيجة لتفاعل طاقة الحركة لشظايا الانشطار والاشعاع الحراري مع الوسط المحيط بالانفجار، إلا أن درجة الحرارة الظاهرية لسطح الكرة تتناقص بسرعة أكبر لجزء صغير من الثانية. ثم تزداد درجة الحرارة الظاهرية لسطح كرة النار لزمن أطول قبل أن تعود للتناقص باستمرار كما في الشكل (9). أي أن هناك نبضتين لدرجة حرارة السطح في الواقع، تدوم الاولى منهما لمدة زمنية قصيرة جدًا في حين تستمر الاخرى لزمن أطول بكثير.

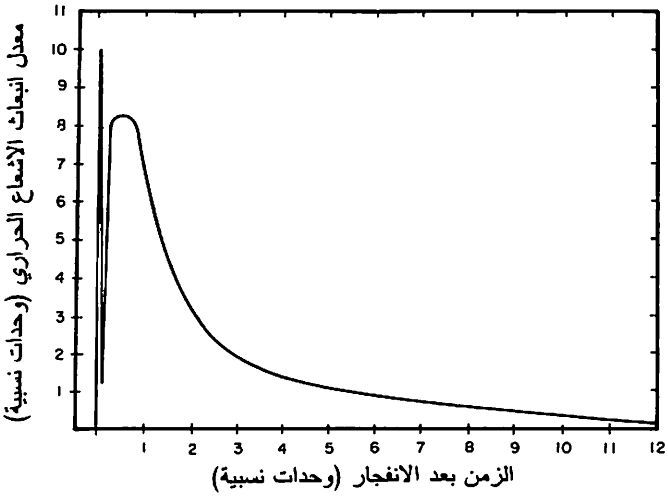
ويُعدُ هذا السلوك عاما للانفجارات الهوائية والسطحية على حد سواء، كما أن زمن الاستمرار لكلا النبضتين يزداد بزيادة ناتج الطاقة للانفجار.



الشكل (9) : تغير درجة حرارة سطح كرة النار بتغير الزمن لانفجار هوائي عيار 20 كيلوطن

وانسجامًا مع وجود نبضتين لدرجات الحرارة السطحية لكرة النار فإن هناك نبضتين لانبعاث الإشعاع الحراري أيضًا، انظر الشكل (10). ففي النبضة الاولى، التي تدوم حوالي $\frac{1}{10}$ ثانية لانفجار عيار 1 ميجاطن، تكون درجة حرارة السطح عالية جدًا مما يجعل الإشعاع المنبعث من كرة النار خلال هذه النبضة يكون في منطقة الاشعة فوق البنفسجية. وبالرغم من أن الاشعة فوق البنفسجية يمكن أن تؤدي إلى إصابة جلد الانسان بالحروق، إلّا أن النبضة الاولى من الإشعاع الحراري التي تتبع الانفجار النووي الهوائي لا تشكل خطرًا هامًا في معظم الاحيان وذلك لعدة أسباب. أولا : إن الإشعاع الحراري المتضمن في النبضة الاولى لا يتعدى 1 % من

الاشعاع الحراري الكلي وذلك لقصر زمن هذه النبضة. ثانيًا : يتم تخميد الاشعة فوق البنفسجية المنبعثة بواسطة الهواء، مما يجعل الجرعة المنقولة منها عبر الهواء إلى مسافات بعيدة عن موقع الانفجار صغيرة جدًا. وأخيرًا، يمكن للاشعة فوق البنفسجية الناتجة عن النبضة الاولى أن تؤدي إلى حروق في جلد الانسان في الحالات التي يكون فيها الانسان قريبًا من موقع الانفجار بدرجة كافية، وعندئذ فإن تأثيرات الاشعاعات الحرارية الاخرى تكون أكثر خطورة على الانسان من الاشعة فوق البنفسجية بكثير. وعلى كل حال، حتى وإن كان خطر الحروق من الاشعة فوق البنفسجية ليس كبيرًا، فيجب أن نتذكر دائمًا أن بمقدور هذه الاشعة أن تسبب أضرارًا دائمة أو مؤقتة للعيون، خاصة للاشخاص الذين قد ينظرون بإتجاه الانفجار حين وقوعه عن طريق الصدفة.



الشكل (10) :انبعاث الاشعاع الحراري من انفجار هوائي على شكل نبضتين

على العكس من النبضة الاولى، فإن نبضة الإشعاع الثانية قد تدوم لعدة ثوانٍ (حوالي 10 ثوان لانفجار عيار 1 ميجاطن)، كما أنها تحمل حوالي 99 % من طاقة الإشعاع الحراري الكلية. وبما أن درجات الحرارة في هذه النبضة أقل منها في النبضة الاولى، فإن معظم الاشعة التي تصل الارض تتكون من أشعة مرئية (ضوء) ومن أشعة تحت حمراء (غير مرئية). وهذه هي الاشعة التي تسبب حروق الجلد من الدرجات المختلفة التي يتعرض لها الاشخاص الموجودين على بعد يصل لغاية 12 ميلا أو أكثر، وهي نفسها التي تسبب الضرر للعيون حتى على مسافات أكثر من هذه. وبمقدور الاشعاع الصادر عن النبضة الثانية أن يتسبب في إحداث حرائق إذا توفرت شروط معينة.

7) الإشعاع النووي الإبتدائي الناتج عن إنفجار هوائي

يُعرَّف الإشعاع النووي الإبتدائي بشكل عام بأنه الإشعاع المنبعث من كرة النار والسحابة النشطة إشعاعيًا خلال الدقيقة الاولى من حدوث الانفجار النووي. ويشمل الإشعاع النترونات وأشعة جاما المنبعثة فورًا مع الانفجار، إضافة إلى أشعة جاما المنبعثة من نواتج الإنشطار ومن المواد النشطة إشعاعيًا الموجودة في السحابة المتصاعدة. ويُلاحظ هنا أن جسيمات ألفا وجسيمات بيتا الموجودة ضمن الإشعاع الابتدائي لم تؤخذ في الحسبان، وذلك لانها تُمتص بسهولة في الهواء بحيث لا يتجاوز مداها بضعة أمتار على أكبر تقدير.

يُعزى الاختيار الإعتباطي لزمن الإشعاع النووي الإبتدائي المتمثل في دقيقة واحدة بعد لحظة الانفجار إلى الاعتبارات الاتية : تمثل مسافة 2 ميلا المدى التقريبي لانشطة جاما المنبعثة من نواتج الانشطار لانفجار نووي عيار 20 كيلو طن وذلك بسبب تخميد الهواء لهذه الاشعة. وهكذا فإن إنبعاث أشعة جاما من مصدر يقع على ارتفاع يزيد عن 2 ميلا يمكن اهماله ما دام الامر يتعلق بالناس على سطح الارض. لذلك فإن تأثير الإشعاع النووي الإبتدائي المنبعث من السحابة المشعة يصبح غير مهم عندما تصل السحابة إلى ارتفاع يزيد عن 2 ميلا. وبما أنه يلزم حوالي دقيقة من الزمن لكي تصل السحابة إلى مثل هذا الارتفاع، فقد عُرِّف الإشعاع النووي الإبتدائي بأنه ذلك الإشعاع المنبعث خلال الدقيقة الاولى بعد حدوث الانفجار.

تستند المناقشة السابقة على خصائص سلاح نووي عيار 20 كيلو طن، إلّا أنها تظل صحيحة بشكل تقريبي للاسلحة النووية بغض النظر عن طاقتها التفجيرية. ففي التفجيرات ذات الطاقة العالية، تزداد المسافة القصوى لتأثير أشعة جاما بشكل أكبر من المسافة القصوى للتفجير عيار 20 كيلو طن، لكن معدل صعود السحابة المشعة إلى الاعلى يزداد أيضًا بنفس المقدار تقريبًا. وبنفس المنطق، فإن المسافة الفعالة لتأثير أشعة جاما في التفجيرت ذات الطاقة المنخفضة (أقل من 20 كيلو طن) تصبح أقل، إلّا أن معدل تصاعد السحابة المشعة يصبح أيضًا أقل. يتبين مما تقدم أن الإشعاع النووي الابتدائي يمتد خلال دقيقة واحدة تقريبًا بغض النظر عن طاقة الانفجار النووي.

تُعدُّ النترونات الإشعاع النووي الوحيد المنتج في التفاعلات النووية الحرارية بشكل مباشر. وينتج من هذه التفاعلات جسيمات ألفا كذلك، إلّا أن هذه الجسيمات لا تسير لمسافات بعيدة عن نقطة الانفجار. وتتمكن بعض النترونات الناتجة من الهرب في حين يتم انتزاع البعض الاخر بواسطة مختلف النوى الموجودة في السلاح المنفجر. وتؤدي النترونات الممتصة من قبل النوى الانشطارية إلى تحرير المزيد من النترونات إضافة إلى انبعاث أشعة جاما. كما أن امتصاص النترونات من قبل النوى غير الإنشطارية يكون مصحوبًا عادة بانبعاث أشعة جاما. لذلك فإن الاشعاع النووي الابتدائي الناتج من انفجار نووي حراري، الذي يتسم بوجود تفاعلات إنشطارية وأخرى اندماجية فيه، يتكون من نترونات ومن أشعة جاما.

8) النبضة الكهرمغناطيسية

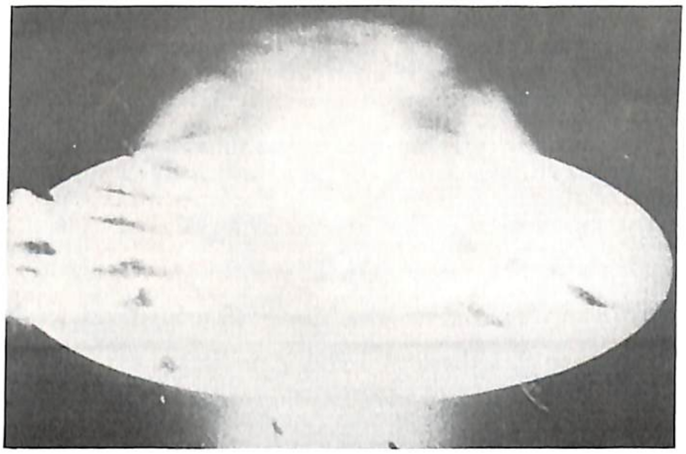
عند حدوث تفجير نووي على أو قرب سطح الارض، فإن نبضة كهرمغناطيسية قوية تنتج في منطقة الإنفجار. وتنتج النبضة مجالين شديدين، أحدهما كهربائي والاخر مغناطيسي، يمتدان إلى مسافات بعيدة تبلغ عدة أميال وتعتمد على طاقة السلاح النووي المنفجر. وتكون المنطقة القريبة من موقع الانفجار عالية التأين مما يؤدي إلى سريان تيار كهربائي قوي في الهواء وفي الارض، محدثا نبضة من

الإشعاع الكهرمغناطيسي. أما خارج هذه المنطقة القريبة، فإن شدة المجال الكهرمغناطيسي المقاسة على أو قرب سطح الارض تنخفض بسرعة ثم تستمر بالانخفاض البطيء كلما زاد البعد عن موقع الانفجار. ويمكن أن يؤدي المجال الكهرمغناطيسي الشديد إلى إلحاق الضرر بالاجهزة الكهربائية والالكترونية في منطقة واسعة تفوق في مساحتها المنطقة التي يظهر فيها أثر موجة الصدمة، ويصح هذا بشكل خاص في حالة التفجيرات ذات الطاقة المنخفضة.

9) بعض ظواهر الانفجار النووي الاخرى

هناك العديد من الظواهر المثيرة المرتبطة بالإنفجار النووي الهوائي والتي من المفيد التعرض لها هنا، مع أن هذه الظواهر لا ترتبط بالتأثيرات المدمرة أو الضارة للانفجار. ومن أبرز هذه الظواهر هو انبعاث توهج بنفسجي اللون فور وقوع الإنفجار، ويُرى هذا التوهج بشكل خاص في الليل وعندما تكون الاضاءة منخفضة ومن مسافات بعيدة عن كرة النار. وقد يدوم هذا التوهج لمدة زمنية طويلة ويكون مرئيًا بشكل متميز قرب رأس السحابة النشطة إشعاعيًا. ويعتقد أن سبب التوهج يعود إلى سلسلة من العمليات المعقدة التي تحدثها الإشعاعات المتنوعة المنبعثة من الانفجار عند تفاعلها مع النتروجين والاكسجين الموجودين في الهواء الجوي.

ومن الظواهر الاخرى التي تحدث في وقت مبكر بعد الانفجار النووي وبتوفر ظروف معينة هي ظاهرة تكوين «السحابة المتكثفة». وتُعرف هذه السحابة أحيانًا بإسم سحابة ويلسون (أو سحابة الغرفة الضبابية) لانها تنتج عن توفر شروط مماثلة لتلك التي يستحدثها العلماء في غرفة ويلسون السحابية. يتبع مرور مقدمة موجة الصدمة ذات الضغط العالي عادة موجة شَفْط، كما أن درجة حرارة الهواء ترتفع خلال طور الإنضغاط (أو الانفجار) وتنخفض خلال طور الشَفْط. ويمكن أن تنخفض درجة الحرارة في حالة انفجار منخفض الضغط نسبيًا إلى قيمة تقل عن قيمتها الاصلية قبل الصدمة، فإذا كان الهواء حاملا لكمية كافية من بخار الماء فإن عملية تكثف للبخار تبدأ على الفور مكونة للسحابة المتكثفة. ويبين الشكل (11) السحابة المتكثفة التي شوهدت إثر الانفجار النووي التجريبي في جزر بكيني عام 1946. ويلاحظ من الشكل أن السحابة قد تكونت في مكان يسبق كرة النار، وذلك لان مقدمة موجة الصدمة يجب أن تكون قد انتقلت إلى مسافة بعيدة قبل أن يتخفض ضغط الإنفجار بشكل كاف لخفض درجة الحرارة في طور الشفط (اللاحق لطور الإنضغاط) لكي تظهر عملية التكثف.



السحابة المتكثفة

الشكل (11) : صورة للسحابة المتكثفة المتكونة في الانفجار النووي التجريبي الذي أجري في الهواء فوق جزر بكيني عام 1946

تؤدي الرطوبة العالية نسبيًا في الهواء إلى جعل الظروف بعد الإنفجار النووي أكثر ملائمة لتشكيل السحابة المتكثفة، ويتحقق هذا عادة في الانفجارات النووية فوق سطح الماء أو تحت سطح الماء، كما في التفجير التجريبي فوق جزر بكيني عام 1946 حيث كان الهواء فوق الجزيرة التي أجري فوقها التفجير عالي الرطوبة. وتدوم السحابة المتكثفة لمدة تتراوح بين 1 و 2 ثانية، كما أنها تتبدد تمامًا خلال الثانية التالية لتكوّنها. والسبب في تبددها هو سخونة الهواء وتبخر قطرات الماء الموجودة فيه. وفي حين أن الشكل الاصلي للسحابة هو مثل القُبَّة (الشكل 11)، فإن هذا الشكل يتغير ليصبح على شكل حلقة (الشكل 12) قبل أن تتبدد السحابة وتختفي تمامًا.



الشكل (12) : صورة تبين المرحلة الثانية للسحابة المتكثفة حيث يتحول شكلها إلى حلقة قبل اختفائها

الذرة والتنمية

نشرة علمية اعلامية تصدرها الهيئة العربية للطاقة الذرية تعنى بالتطبيقات السلمية للطاقة الذرية.

المراسلات :

22، شارع افريقا ـ المنزه الخامس ـ ص.ب. 402 ـ 1004 تونس ـ الجمهورية التونسية

هاتف : 238.137 / 237.311 ـ تلكس AAEA 14896

فاكس : 237.755

محسن يوسف الموشي